

INDEKS GLIKEMIK DAN BEBAN GLIKEMIK VEGETABLE LEATHER BROKOLI (*Brassica oleracea* var. *ITALICA*) DENGAN SUBSTITUSI INULIN

Liri Handayani, Fitriyono Ayustaningwarno^{*)}

Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
Jl.Dr.Sutomo No.18, Semarang, Telp (024) 8453708, Email : gizifk@undip.ac.id

ABSTRACT

Background: Type 2 diabetes mellitus is related to the lifestyle. High fat and sugar diet but low fibre intake can lead to hyperglycemia. Blood glucose control needed to prevent complication. One example of applicable strategy is by choosing foods with low glycemic index (GI) such as broccoli and inulin. Broccoli's processing into vegetable leather is purposed to produce low GI food.

Objective: To analyze the glycemic index and glycemic load (GL) of broccoli vegetable leather substituted with inulin.

Methods: This is a complete randomized single factor design study. Substitution of sucrose with inulin (0%, 25%, 50%, 75%, and 100%) were added to vegetable leather to analyze its effect on glycemic index and glycemic load. Collected data were analyzed by One Way ANOVA test continued by Tukey test.

Result: Glycemic index of each variance inulin substitution (0%, 25%, 50%, 75%, and 100%) were 50,09; 53,48; 30,00; 29,16; and 23,42, respectively. While glycemic load were 10,36; 8,76; 5,39; 3,91; and 3,67, respectively.

Conclusion: All of vegetable leather have low GI and GL. Vegetable leather with 100% inulin substitution has the lowest glycemic index (23,42) and glycemic load (3,67).

Keywords: vegetable leather; broccoli; inulin; glycemic index

ABSTRAK

Latar Belakang: Diabetes melitus tipe 2 erat kaitannya dengan pola hidup. Asupan tinggi lemak dan gula tetapi rendah serat dapat menyebabkan hiperglikemia. Dalam penatalaksanaannya, diperlukan kontrol gula darah untuk mencegah komplikasi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan mengonsumsi makanan dengan indeks glikemik (IG) rendah, seperti brokoli dan inulin. Pengolahan brokoli menjadi vegetable leather diharapkan menghasilkan makanan rendah IG.

Tujuan: Menganalisis nilai indeks glikemik dan beban glikemik (BG) vegetable leather brokoli yang disubstitusi dengan inulin.

Metode: Merupakan penelitian dengan rancangan acak lengkap satu faktor yaitu substitusi sukrosa dengan inulin (0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%) yang disubstitusikan pada vegetable leather untuk mengetahui pengaruhnya terhadap nilai indeks glikemik dan beban glikemik vegetable leather. Data yang terkumpul dianalisis menggunakan uji One Way ANOVA dengan uji lanjut Tukey.

Hasil: Indeks glikemik dari setiap variasi substitusi inulin (0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%) adalah 50,09; 53,48; 30,00; 29,16; dan 23,42. Sedangkan beban glikemik dari setiap variasi adalah 10,36; 8,76; 5,39; 3,91; dan 3,67.

Simpulan: Semua vegetable leather memiliki IG dan BG kategori rendah. Vegetable leather dengan substitusi inulin 100% memiliki indeks glikemik (23,42) dan beban glikemik (3,67) yang paling rendah.

Kata kunci: vegetable leather; brokoli; inulin; indeks glikemik

PENDAHULUAN

Diabetes mellitus (DM) merupakan penyakit dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi akibat kelainan sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya.¹ Diperkirakan pada tahun 2030 penderita diabetes melitus di Indonesia meningkat sebesar 21,3 juta jiwa.² American Diabetes Association menyebutkan bahwa 90-95 % dari angka kejadian diabetes di seluruh dunia merupakan diabetes mellitus tipe 2.³ DM tipe 2 sangat erat kaitannya dengan pola hidup. Salah satu faktor risiko DM tipe 2 yaitu asupan yang tidak seimbang, dimana konsumsi makanan tinggi lemak, gula, dan rendah serat dapat menyebabkan obesitas serta berhubungan dengan peningkatan glukosa darah 2

jam *postprandial* sehingga dalam penatalaksanaannya diperlukan kontrol gula darah agar keadaan tidak memburuk.^{4,5}

Salah satu cara mengontrol glukosa darah adalah dengan pengaturan diet. Upaya yang dapat dilakukan adalah dengan mengonsumsi makanan tinggi serat dan berindeks glikemik rendah. WHO merekomendasikan makanan dengan indeks glikemik rendah untuk membantu meningkatkan pengendalian glukosa darah, namun tetap memperhatikan jumlah asupan karbohidrat.^{6,7} Penelitian menunjukkan makanan IG rendah mampu memperbaiki sensitivitas insulin serta menurunkan laju penyerapan glukosa, sehingga bermanfaat dalam pengendalian glukosa darah

^{*)}Penulis Penanggungjawab

penderita DM.⁸ Penelitian lain tentang serat menunjukkan bahwa serat dapat meningkatkan kontrol glukosa dan secara signifikan menurunkan kadar glukosa plasma *postprandial*. Makanan sumber serat mempunyai indeks glikemik yang lebih rendah. Serat juga memberikan efek metabolik yang menguntungkan, di antaranya mengurangi episode hipoglikemia.⁹

Salah satu bahan makanan yang merupakan sumber serat dan berindeks glikemik rendah adalah brokoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa brokoli mempunyai aktivitas antihiperglikemik.¹⁰ Selain itu, brokoli termasuk sayuran dengan indeks glikemik yang rendah, yaitu 15.¹¹ Brokoli kaya akan mineral seperti kalsium, magnesium, kalium, besi, dan zinc, serta folat dan serat. Brokoli juga kaya akan antioksidan (vitamin C, vitamin E) serta fitokimia, karotenoid, klorofil, sulforafan, isotiosianat, dan glukosinolat. Kadar serat dalam brokoli sebesar 3,3 gram/100 gram, lebih tinggi dibandingkan wortel, selada, dan jagung.^{12,13}

Vegetable leather adalah produk berbasis sayuran yang dikeringkan, dimakan sebagai snack dengan bentuk strip atau lembaran yang fleksibel dan teksturnya kenyal.¹⁴ Tingkat konsumsi sayuran penduduk Indonesia termasuk yang paling rendah di dunia. Data Risesdas menunjukkan bahwa konsumsi sayuran penduduk Indonesia baru memenuhi 95 kkal/kapita/hari, atau hanya 79% dari anjuran kebutuhan minimum 120 kkal/kapita/hari.¹⁵ Produk *vegetable leather* merupakan cara praktis untuk meningkatkan konsumsi sayur dalam bentuk padat, baik anak-anak maupun dewasa.¹⁴

Inulin merupakan karbohidrat golongan fruktan dan termasuk serat pangan larut air.¹⁶ Seperti serat pangan larut air lainnya, inulin diduga dapat menurunkan lipid darah dan menstabilkan glukosa darah.¹⁷ Inulin sering digunakan dalam bidang medis karena dapat mengurangi risiko kanker kolon dan menormalkan kadar gula darah pada penderita diabetes.¹⁸ Inulin bukan hanya serat pangan prebiotik, tapi juga karbohidrat rendah kalori, yaitu 1,5 kkal/gram¹⁹, lebih rendah 60-65 % dari heksosa yang dicerna, seperti glukosa, fruktosa, dan lain-lain (3,9 kkal/g)²⁰, berkaitan dengan ikatan $\beta(2\rightarrow1)$ molekul fruktosa. Ikatan ini membuat inulin tidak dicerna oleh enzim pencernaan. Inulin melewati mulut, lambung, dan usus halus tanpa dimetabolisme, sehingga cocok dikonsumsi penderita diabetes.²¹ Nilai indeks glikemik inulin (termasuk golongan fruktan) adalah 19. Sama seperti brokoli, nilai indeks glikemik inulin juga termasuk dalam kategori IG rendah.²²

Brokoli dipilih sebagai bahan dasar dalam pembuatan *vegetable leather* karena tinggi serat serta mempunyai aktivitas antihiperglikemik dan nilai indeks glikemik rendah. Inulin digunakan sebagai bahan substitusi sukrosa karena memiliki nilai indeks glikemik lebih rendah. Pembuatan *vegetable leather* brokoli dengan substitusi inulin diharapkan dapat menghasilkan snack dengan nilai indeks glikemik rendah.

METODA

Penelitian termasuk bidang *Food Production*, dilaksanakan bulan Juli-Agustus 2014 di Laboratorium Pangan Universitas Muhammadiyah Semarang untuk membuat *vegetable leather* brokoli dengan substitusi inulin dan di lingkup Universitas Diponegoro untuk menguji indeks glikemik dan beban glikemik.

Penelitian ini merupakan penelitian dengan rancangan acak lengkap satu faktor yaitu substitusi sukrosa dengan inulin (0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%) yang disubstitusikan pada *vegetable leather* untuk mengetahui pengaruhnya terhadap nilai indeks glikemik dan beban glikemik *vegetable leather*.

Vegetable leather dibuat menggunakan bahan baku brokoli yang diperoleh dari Pasar Bandungan Ungaran, inulin bubuk dan natrium alginat dari laboratorium Ilmu Teknologi Pangan dan Gizi Universitas Diponegoro Semarang, serta gula pasir dan asam sitrat dari Pasar Bulu Semarang. Alat yang digunakan dalam pembuatan *vegetable leather* antara lain timbangan digital analitik, panci, mangkok, sendok, solet, pisau, talenan, loyang, dan oven kompor. Cara pembuatan *puree* brokoli adalah brokoli yang telah dipisahkan bunga dan bonggolnya dicuci bersih, lalu dilakukan blansir pada air mendidih selama ± 2 menit, kemudian ditiriskan. Setelah itu brokoli dimasukkan ke dalam *juicer*. Sari dan ampas brokoli yang diperoleh kemudian disatukan dalam panci sehingga terbentuk *puree*.

Cara pembuatan *vegetable leather* adalah *puree* brokoli dicampur dengan sukrosa, inulin, asam sitrat, dan natrium alginat, kemudian diaduk hingga homogen, dipanaskan selama ± 2 menit. Setelah itu, tuangkan adonan ke atas loyang dan bentuk menjadi lembaran tipis, kemudian panggang adonan menggunakan oven selama 3 jam dengan suhu $\pm 120^{\circ}\text{C}$.

Pada penelitian utama, data yang dikumpulkan adalah nilai indeks glikemik dan beban glikemik *vegetable leather* brokoli yang disubstitusi inulin. Perhitungan IG menggunakan metode *incremental area under the blood glucose response curve*

(IAUC). Pada uji indeks glikemik dibutuhkan minimal di atas 6 orang subjek.²³ Untuk menghindari terjadinya *drop out* maka pada penelitian ini menggunakan 10 orang subjek. Sehari sebelum perlakuan subjek diharuskan berpuasa selama 10 jam (kecuali air putih) mulai pukul 22.00 sampai 08.00 pagi hari berikutnya. Setelah berpuasa 10 jam, diambil darah kapiler subjek untuk mengukur kadar glukosa darah puasa. Kemudian subjek diminta untuk mengonsumsi pangan uji (glukosa murni serta *vegetable leather* brokoli dengan substitusi inulin 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%) yang mengandung 50 g *available carbohydrate*. Sampel darah subjek diambil setiap 30 menit (menit ke 30, 60, 90, dan 120) setelah mengonsumsi pangan uji selama 2 jam.²⁴ Setiap perlakuan dilakukan dengan jarak minimal 3 hari untuk menghindari bias dari setiap

makanan yang diujikan. Uji IG dilakukan dengan menggunakan alat tes glukosa darah merek Nescio MultiCheck, model N-01, produksi Kernel Int'l Corp. Perhitungan beban glikemik glikemik (BG) dilakukan dengan mengalikan IG dengan kadar *available carbohydrate vegetable leather* brokoli dengan substitusi inulin yang didapatkan dari hasil uji total gula dan pati.

Data glukosa darah subjek kemudian ditebar pada sumbu X sebagai waktu (menit) dan sumbu Y sebagai kadar glukosa darah. Besarnya IG dihitung dengan membandingkan luas daerah di bawah kurva pangan uji (*vegetable leather* brokoli dengan substitusi inulin) dan pangan standar (glukosa murni), kemudian hasilnya dirata-rata. Luas daerah di bawah kurva dihitung dengan rumus.²⁵

$$L = \frac{\Delta 30t}{2} + \Delta 60t + \frac{(\Delta 30 - \Delta 60)t}{2} + \Delta 90t + \frac{(\Delta 60 - \Delta 90)t}{2} + \Delta 120t + \frac{(\Delta 90 - \Delta 120)t}{2}$$

Keterangan :

L = luas area dibawah kurva

t = interval waktu pengambilan darah (30 menit)

$\Delta 30$ = selisih kadar glukosa darah 30 menit setelah beban dengan puasa

$\Delta 60$ = selisih kadar glukosa darah 60 menit setelah beban dengan puasa

$\Delta 90$ = selisih kadar glukosa darah 90 menit setelah beban dengan puasa

$\Delta 120$ = selisih kadar glukosa darah 120 menit setelah beban dengan puasa

Pada saat penelitian, 2 subjek penelitian mengalami *drop out*. Satu subjek mengundurkan diri karena pada pengukuran glukosa puasa saat itu diperoleh hasil yang tinggi >110 mg/dl dan yang kedua mengundurkan diri karena sakit dan mengonsumsi obat. Subjek akhir berjumlah 8 orang, terdiri dari 3 laki-laki dan 5 perempuan. Data uji IG dan BG yang terkumpul kemudian dianalisis menggunakan uji ANOVA One Way dengan derajat kepercayaan 95%.

HASIL

Karakteristik Subjek

Subjek terdiri dari 3 orang laki-laki dan 5 orang perempuan yang telah menandatangani *informed consent* dengan status gizi normal (IMT 18,5 – 22,9 kg/m²) dan GDP <110 mg/dl, serta umur berkisar antara 18 – 23 tahun.⁵ Karakteristik subjek penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Subjek Penelitian

Subjek	Umur (Tahun)	BB (kg)	TB (cm)	IMT (kg/cm ²)	GDP (mg/dl)
1	19	51,7	159	20,45	98
2	22	64	171,5	21,76	85
3	22	57,8	173,9	19,10	93
4	21	60,5	163,2	22,7	97
5	21	51,5	152,1	22,2	99
6	22	64,6	176,5	20,7	87
7	21	57,5	158,5	22,88	99
8	22	49,5	161	19,09	87
Rata-rata	21,2±1,03	57,1±5,78	164,4±8,57	21,1±1,51	93,12±5,96

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa rata-rata umur subjek adalah 21,2 tahun dengan rata-rata

IMT sebesar 21,1 kg/m² dan GDP 93,12 mg/dl. Hal ini telah sesuai dengan kriteria inklusi subjek.

Penentuan Jumlah Pangan Uji

Bahan pangan yang akan diujikan nilai indeks glikemiknya adalah *vegetable leather* brokoli dengan substitusi inulin terhadap sukrosa dengan persentase 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%, sedangkan bahan pangan standar yang digunakan sebagai pembandingnya adalah glukosa murni. Baik pangan uji maupun pangan standar, harus

mengandung 50 g *available carbohydrate* yang dapat diketahui dari kandungan gula total dan pati bahan pangan tersebut.²⁵ Bahan pangan standar yang digunakan adalah glukosa murni, jumlah berat pangan standar yang diberikan sebanyak 50 g. Sedangkan untuk bahan pangan uji dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Penentuan Jumlah Pangan Uji yang Setara dengan 50 g Available Carbohydrate

<i>Vegetable Leather</i> Brokoli dengan Substitusi Inulin	Pati (%)	Gula (%)	<i>Available</i> <i>Carbohydrate</i> * (%)	Berat <i>Vegetable</i> <i>Leather</i> ** (g/subjek)
0%	24,3	42,3	69,03	72,5
25%	13,9	39,36	54,65	91,5
50%	19,63	38,36	59,95	83,4
75%	12,33	31,17	44,73	111,8
100%	15,82	34,87	52,27	95,7

Keterangan :

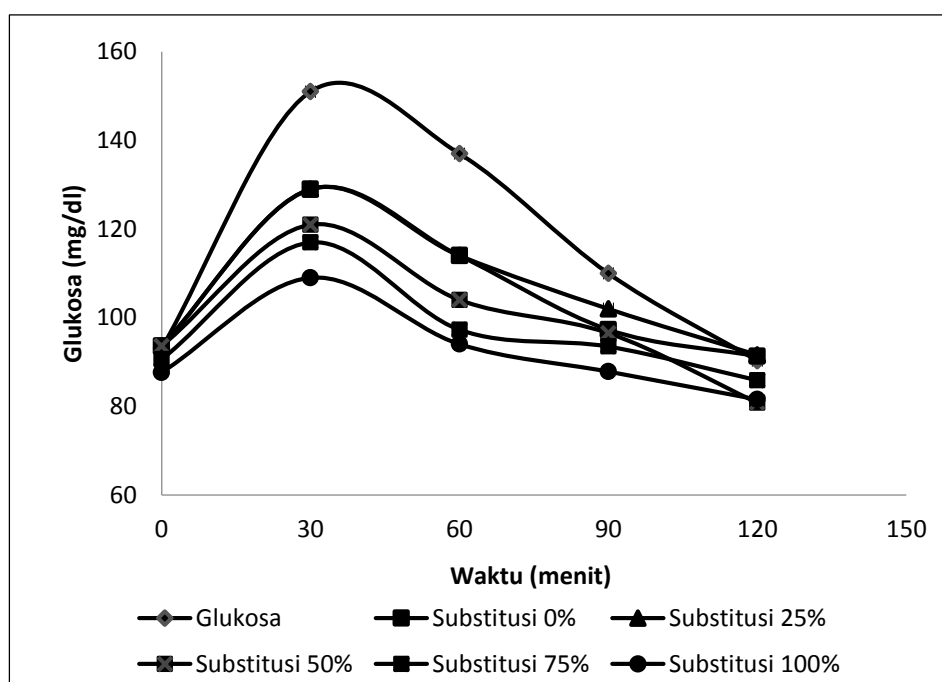
$$\frac{50 \text{ g}}{\text{available carbohydrate}} \times 100 = \text{available carbohydrate} = \text{gula total} + (1,1 \times \text{pati})$$

**jumlah sampel =

Indeks Glikemik (IG) dan Beban Glikemik (BG)

Variasi konsentrasi penambahan inulin pada pembuatan *vegetable leather* memberikan respon

glukosa yang berbeda pada subjek sehat. Perubahan kurva kenaikan dan penurunan kadar glukosa darah dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva Kenaikan Glukosa Darah

Berdasarkan kurva pada Gambar 1, diketahui bahwa puncak kenaikan glukosa darah terjadi pada menit ke-30 setelah mengonsumsi bahan pangan dan menurun secara bertahap pada menit-menit selanjutnya. Puncak kenaikan kadar glukosa darah menurun seiring dengan penambahan substitusi inulin dengan kenaikan tertinggi pada glukosa

murni dan terendah pada *vegetable leather* dengan substitusi inulin 100%. Konsumsi *vegetable leather* dengan substitusi 25% inulin menunjukkan peningkatan respon glukosa darah tertinggi jika dibandingkan *vegetable leather* dengan substitusi 0%, 50%, 75%, dan 100%.

Indeks Glikemik
Indeks glikemik masing-masing *vegetable leather* brokoli dengan substitusi inulin diperoleh dari hasil

rata-rata IG 8 orang subjek. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Indeks Glikemik *Vegetable Leather* Brokoli dengan Substitusi Inulin

Bahan Pangan Uji	Indeks Glikemik	Kategori*	p value
<i>Vegetable leather</i> substitusi 0%	50,09±2,087 ^{ab}	Rendah	0,001
<i>Vegetable leather</i> substitusi 25%	53,48±5,981 ^a	Rendah	
<i>Vegetable leather</i> substitusi 50%	30,00±1,522 ^{bc}	Rendah	
<i>Vegetable leather</i> substitusi 75%	29,16±1,673 ^{bc}	Rendah	
<i>Vegetable leather</i> substitusi 100%	23,42±1,272 ^c	Rendah	

Keterangan : huruf *superscript* yang berbeda pada parameter menunjukkan beda nyata dari analisis *One Way Anova*

*kategori : IG rendah (<55), IG sedang (55-70), IG tinggi (>70)

Berdasarkan Tabel 3, kelima *vegetable leather* memiliki IG kategori rendah, dengan IG tertinggi terdapat pada *vegetable leather* dengan substitusi inulin 25% (53,48) dan IG terendah pada

vegetable leather dengan substitusi inulin 100% (23,42).

Beban Glikemik (BG)

Hasil perhitungan BG dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Beban Glikemik *Vegetable Leather* Brokoli dengan Substitusi Inulin

<i>Vegetable Leather</i> Brokoli dengan Substitusi Inulin	Jumlah Takaran Saji ²⁶ (g)	Available Carbohydrate (%)	Available Carbohydrate/ porsi	Beban Glikemik*	Kategori**
0%	30	69,03	20,70	10,36±4,319 ^a	Rendah
25%	30	54,65	16,39	8,76±0,980 ^{ab}	Rendah
50%	30	59,95	17,98	5,39±2,737 ^{bc}	Rendah
75%	30	44,73	13,41	3,91±2,243 ^c	Rendah
100%	30	52,27	15,68	3,67±1,995 ^c	Rendah

IG x jumlah available carbohydrate per porsi

100

Keterangan :

*BG=

**kategori : BG rendah (<10), BG sedang (11-19), BG tinggi (>20)

Berdasarkan data pada Tabel 4, kelima *vegetable leather* memiliki BG kategori rendah, dengan BG tertinggi terdapat pada *vegetable leather* dengan substitusi inulin 0% (10,36) dan BG terendah pada *vegetable leather* dengan substitusi inulin 100% (3,67).

PEMBAHASAN

Pengujian IG menggunakan glukosa murni sebagai pangan acuan dan *vegetable leather* brokoli dengan substitusi inulin 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% sebagai pangan uji. Seluruh bahan pangan yang diuji setara dengan 50 g karbohidrat yang ditentukan berdasarkan *available carbohydrate*. *Available carbohydrate* menggambarkan karbohidrat total yang tersedia sehingga mudah dicerna, diserap, dan dimetabolisme tubuh.²⁷

Nilai IG makanan terbagi menjadi 3 kategori: (1) IG rendah (<55), (2) IG sedang (55-70), dan (3) IG tinggi (>70).²⁶ *Vegetable leather* yang disubstitusikan dengan inulin sebanyak 100% memiliki IG terendah yaitu 23,42% dan *vegetable*

leather dengan substitusi inulin 25% memiliki IG tertinggi yaitu 53,48%. IG *vegetable leather* yang disubstitusikan dengan inulin sebanyak 0% yaitu 50,09%, dengan substitusi inulin sebanyak 50% yaitu 30%, dan dengan substitusi inulin sebanyak 75% yaitu 29,16%. Kelima *vegetable leather* memiliki IG kategori rendah. Namun nilai indeks glikemik yang dihasilkan tidak linier.

Terjadi kenaikan IG pada *vegetable leather* dengan substitusi inulin 25%, tetapi kemudian IG semakin turun dengan penambahan inulin 50% hingga 100%. Nilai IG yang tidak linier ini disebabkan adanya respon ekstrem pada subjek. Terdapat subjek yang kenaikan glukosa darahnya terlalu tinggi, yaitu subjek nomor 1 dan nomor 4. Respon ekstrem tersebut mengakibatkan nilai perhitungan luas area di bawah kurva menjadi lebih besar, dimana nilai ini mempengaruhi perhitungan IG. Nilai IG dari subjek dengan respon ekstrem tersebut menyebabkan nilai rata-rata IG menjadi lebih tinggi, mungkin hal inilah yang membuat IG *vegetable leather* dengan substitusi 25% inulin

lebih tinggi daripada IG *vegetable leather* dengan substitusi inulin 0%.

Faktor-faktor yang mempengaruhi IG suatu bahan pangan di antaranya kadar serat pangan, kadar protein dan lemak pangan, serta cara pengolahan.²⁸ Rendahnya nilai IG dapat disebabkan oleh brokoli, bahan utama dalam pembuatan *vegetable leather*, selain merupakan sayuran rendah IG, juga memiliki kandungan serat, air, dan protein yang tinggi. Semua formulasi *vegetable leather* memiliki IG rendah karena komposisi bahan dasar yang digunakan jumlahnya sama. Kandungan serat dalam brokoli juga dapat menurunkan nilai IG *vegetable leather*. Serat mempengaruhi IG suatu pangan terkait dengan peranannya sebagai penghambat fisik pada proses pencernaan.²⁹ Konsumsi serat dalam jumlah yang cukup dapat memberi manfaat pada pengendalian glukosa darah dan kadar lipid plasma.³⁰ Serat mempunyai efek hipoglikemik karena mampu memperlambat pengosongan lambung, difusi glukosa, dan absorpsi glukosa sehingga dapat mengurangi peningkatan glukosa darah.³¹

Kandungan protein brokoli termasuk tinggi untuk golongan sayuran, yaitu 4 gram/100 gram. Bahan pangan yang memiliki kandungan protein tinggi cenderung memiliki nilai IG yang rendah karena laju pengosongan lambung menjadi lambat, sehingga pencernaan dan kenaikan glukosa darah juga menjadi lambat.²⁸ Selain kandungan protein, kandungan air brokoli juga mempengaruhi nilai glikemik. Brokoli memiliki kadar air hingga 90%. Kadar air dalam brokoli lebih tinggi dibanding kadar karbohidratnya, ini berarti dibutuhkan brokoli dalam jumlah cukup banyak untuk dapat menimbulkan peningkatan glukosa darah, sehingga beban glikemik brokoli relatif rendah. Selain komponen kimia dalam brokoli, proses pengolahan juga mempengaruhi nilai IG. Penggunaan suhu tinggi pada proses pengolahan dapat menyebabkan terjadinya pembentukan pati teretrogradasi yang bersifat sulit untuk dicerna sehingga dapat menurunkan nilai indeks glikemik.³²

Selain karena komponen kimia dan cara pengolahan brokoli, penurunan indeks glikemik ini juga dapat disebabkan karena adanya inulin. Inulin mempunyai ikatan $\beta(2\rightarrow1)$ fruktosil-fruktosa, sehingga diklasifikasikan sebagai 'simpanan karbohidrat yang tahan terhadap pencernaan oleh enzim pencernaan di saluran gastrointestinal bagian atas tetapi difermentasi oleh mikroflora usus'. Karena alasan itulah inulin dikatakan sebagai serat pangan.³³

Inulin merupakan karbohidrat golongan fruktan. Fruktan memiliki efek glikemik yang lebih

rendah dibanding fruktosa, sehingga direkomendasikan untuk digunakan sebagai pemanis bagi penderita diabetes. Fruktan ditransportasikan lebih lambat dari fruktosa di saluran pencernaan bagian atas.³⁴ Penelitian menyebutkan bahwa penambahan inulin ke dalam makanan dapat menurunkan respon glikemik darah. Inulin dapat mengontrol kadar glukosa serum dengan mengurangi kenaikan glukosa serum setelah mengonsumsi makanan dan menunda masuknya glukosa ke darah, serta memperlambat pengosongan lambung dan/atau mempersingkat waktu transit di usus halus dimana hal ini dapat menunda absorpsi karbohidrat, sehingga berefek pada respon insulin dan glikemik *postprandial* yang lebih rendah.³⁵ Penelitian lain menunjukkan, penambahan fruktan pada roti gandum menyebabkan kadar glukosa dan insulin serta area di bawah kurva kadar glukosa darah yang lebih rendah dibanding dengan pemberian sukrosa.³²

Pangan rendah IG akan dicerna dan diubah menjadi glukosa secara bertahap, sehingga puncak kadar glukosa darah juga akan rendah, hal ini berarti fluktuasi peningkatan kadar glukosa relatif rendah. Sebaliknya, pangan tinggi IG akan dicerna dan diubah menjadi glukosa dengan cepat.⁶ Maka untuk mengendalikan kadar glukosa darah, penderita diabetes dianjurkan untuk mengonsumsi makanan dengan IG rendah.

IG memberikan informasi mengenai kecepatan perubahan karbohidrat menjadi glukosa darah, tetapi tidak memberikan informasi mengenai banyaknya karbohidrat dan dampak pangan tertentu terhadap kadar glukosa darah. Beban glikemik (BG) dapat memberikan informasi mengenai pengaruh konsumsi pangan terhadap peningkatan kadar glukosa darah. Konsumsi makanan rendah IG bertujuan untuk mengurangi BG. BG digunakan untuk menilai dampak konsumsi karbohidrat dengan memperhitungkan IG makanan. BG berbanding lurus dengan kandungan karbohidrat makanan. Semakin rendah kandungan karbohidrat semakin rendah BG maka semakin kecil suatu makanan yang disajikan memicu peningkatan kadar glukosa darah.³¹

Beban glikemik makanan dikategorikan menjadi tiga, yaitu (1) rendah (<11), (2) sedang (11-20), dan (3) tinggi (>20).³⁶ Beban glikemik *vegetable leather* dengan substitusi inulin 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% secara berturut-turut adalah 10,36; 8,76; 5,39; 3,91, dan 3,67. Kelima *vegetable leather* termasuk kategori beban glikemik rendah, dengan nilai terendah dimiliki oleh *vegetable leather* dengan substitusi inulin 100%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak substitusi

inulin terhadap sukrosa pada *vegetable leather* akan semakin menurunkan BG *vegetable leather* sehingga lebih sedikit menaikkan glukosa darah.

SIMPULAN

Vegetable leather brokoli memiliki indeks glikemik dan beban glikemik rendah. *Vegetable leather* dengan substitusi inulin 100% memiliki indeks glikemik dan beban glikemik yang paling rendah di antara kelima jenis *vegetable leather*, dengan nilai masing-masing 23,42 dan 3,67. Penggunaan inulin 25% hingga 100% menurunkan IG dan BG *vegetable leather*.

SARAN

Vegetable leather yang direkomendasikan adalah *vegetable leather* dengan substitusi inulin 100% yang memiliki IG dan BG paling rendah di antara kelima jenis *vegetable leather*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sudoyo, Aru. et al. Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam Edisi IV Jilid III. Jakarta: Pusat Penerbitan Departemen Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. 2006.
2. Wild S, Roglic G, Green A, Sicree R, King H. Global Prevalence of Diabetes. *Diabetes Care*. 2004;27: 1047-53.
3. American Diabetes Association (AdbA). Diagnosis and Classification of Diabetic Mellitus. *Diabetes Care*, 2011.
4. Fitri RI. Asupan Energi, Karbohidrat, Serat, Beban Glikemik, Latihan Jasmani, dan Kadar Gula Darah pada Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2 Media Medika Indonesiana. 2012;46(2):121-31.
5. Franz MJ. Medical Nutrition Therapy for Diabetes Mellitus and Hypoglycemia of Nondiabetic Origin. Dalam : Mahan LK, Stump SE. Krause's Food and the Nutrition Care Process 13th edition. Elsevier : Saunders; 2012. Hal 675-710.
6. Beber Serena. Diabetes and nutrition: The role of carbohydrates and the glycemic index. *Diabetes Care News*. 2004; 18: 11-3.
7. Rizkalla SW, Taghrid L, Laromiguere M, Huet D, Boillot J, Rigoir A, et al. Improved plasma glucose control, whole-body glucose utilization, and lipid profile on low glycemic index diet in type 2 diabetic men. *Diabetes Care*. 2004; 27: 1866-72.
8. Riccardi G, Rivelesse AA, Giacco R. Role of Glycemic Index and Glycemic Load in the Healthy State, in Prediabetes, and in Diabetes. *Am J Clin Nutr*. 2008; 87 (suppl): 269S-74S.
9. Giacco R, Clemente G, Riccardi G. Dietary Fibre in Treatment of Diabetes: Myth or Reality?. *Digest Liver Dis*. 2002;34 (Suppl. 1): S140-4.
10. Yuliana D, Nurdiana, Utami YW. Pengaruh Pemberian Jus Brokoli (*Brassica oleracea* L. Var. *italica*) terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah Tikus Putih (*Rattus norvegicus strain wistar*) Model Diabetes Mellitus. 2012.
11. McCaron, Joshua. The Glycemic Index of Broccoli. 2013. Available from URL : <http://www.livestrong.com/article/289438-the-glycemic-index-of-broccoli>. [diakses 12 Mei 2014].
12. Putri, Hertisa Kusuma. Uji Organoleptik Formulasi Cookies Kaya Gizi Sebagai Makanan Tambahan dalam Upaya Penanggulangan Anemia pada Ibu Hamil di Rangkapan Jaya Depok 2011. [Skripsi]. Depok: Univeristas Indonesia; 2012.
13. Student Health Service. Nutrient Information Inquiry System, Centre for food safety. Dietary Fiber and Your Body. 2014. Available from URL : www.studenthealth.gov.hk. [diakses tanggal 12 Agustus 2014].
14. Naz, Rozina. Physical Properties, Sensory Attributes and Consumer Preference of Fruit Leather. *Pakistan Journal of Food Sciences*. 2012; 22 (4): 188-190.
15. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Laporan Hasil Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) Indonesia Tahun 2007. 2009. Jakarta.
16. Kaur N, Gupta AK. Application of Inulin and Oligofructose in Health and Nutrition. *Journal Bioscience*. 2002; 27(7): 703-714.
17. Causey JL, Feirtag JM, Gallaher DD, Tungland BC, Slavin JL. Effects of Dietary Inulin on Serum Lipids, Blood Glucose and the Gastrointestinal Environment in Hypercholesterolemic Men. *Nutrition Research*. 2000; 20(2): 191-201.
18. Franck A., De Leenher L., and Belgium. 2005. Inulin in Polysaccharides and Polyamides in the Food Industry. Steinbuchel A, Rhee SK (ed). Wiley-VCH.
19. Roberfroid MB. Introducing Inulin-type Fructan. *British Journal of Nutrition*. 2005; 93(1): S13-S25.
20. Hosoya N, Dhorranintra B, dan Hidaka H. Utilization of UI4-C fiucto-oligosaccharides in man as energy resources. *J. Clin. Biochem. Nutr*. 1998;5:67-74.
21. Niness, KR. Inulin and Oligofructose: What Are They?. *The Journal of Nutrition*. 1999; 129: 1402S-1406S.
22. Hawkins Watts. Sweeteners: A Summary of rheir Properties. 2014. Available from URL : <http://www.hawkinswatts.com/documents/Sweeteners - A summary of their Properties.pdf>. [diakses 12 Mei 2014].
23. The Role of Glycemic Index in Food Choice. In : Carbohydrates in Human Nutrition. Rome : FAO. 1998. [diakses pada tanggal 28 April 2013. Available from URL : <http://www.fao.org/docrep/w8079e/w8079e0a.htm#TopOfPage>.
24. Siagian RA. Konsep Indeks Glikemik. Dalam: Indeks Glikemik Pangan: Cara Mudah Memilih Pangan yang Menyehatkan. Jakarta: Penebar Swadaya : 2004. Hal 27-28.

25. Brouns F, Bjorck I, Frayn K.N, Gibbs A.L, Lang V, Slama G, Wolever T.M. Glycaemic Index Methodology. *Nutrition Research Reviews*. 2005; 18: 145-171.
 26. Foster-Powell K., Holt S.H.A., Brand-Miller JC. 2002. International Table of Glycemic Index and Glycemic Load Values: 2002. *Am J Clin Nutr*. 2002; 75: 5-56.
 27. Adha, Hijrah Mutiara. Indeks Glikemik dan Beban Glikemik Sukun dengan Berbagai Macam Pengolahan. [Skripsi]. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada; 2012.
 28. Siagian RA. Faktor Faktor yang Mempengaruhi Indeks Glikemik Pangan, Indeks Glikemik dan Beban Glikemik Beberapa Jenis Pangan Indeks Glikemik Pangan: Cara Mudah Memilih Pangan yang Menyehatkan. Jakarta: Penebar Swadaya 2004. p. 33-40, 105-12.
 29. Gallagher ML. The Nutrient and Their Metabolism. In: Mahan LK, Stump SE, editors. *Krause's Food and the Nutrition Care Process* 13th edition. Philadelphia: WB Saunders Company; 2012. p. 32-41.
 30. Margareth J. Pemanfaatan Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.) Klon BB00105.10 Sebagai Bahan Dasar Produk Olahan Goreng Serta Evaluasi Mutu Gizi dan Indeks Glikemiknya [Skripsi] 2006. Bogor: Institute Pertanian Bogor.
 31. Gropper SS, Smith JL, Groff JL. *Carbohydrates. Advanced Nutrition and Human Metabolism* 5 th edition. Canada: Wadsworth; 2009. p. 69-77.
 32. Riany, YE. Pengaruh Pengolahan Terhadap Indeks Glikemik Pangan Berbahan Baku Sagu (*Metroxylon sp.*). [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor; 2006.
 33. Miremadi F, Shah NP. Applications of Inulin and Probiotics in Health and Nutrition. *International Food Research Journal*. 2012; 19(4): 1337-1350.
 34. Rumessen JJ, Bode S, Hamberg O, Gudmand-Hoyer E. Fructans of Jerusalem Artichokes: Intestinal Transport, Absorption, Fermentation, and Influence on Blood Glucose, Insulin, and C-peptide Responses in Healthy Subjects. *Am J Clin Nutr*. 1990; 52: 675-81.
 35. Dehghan P, Gargari B.P, Asgharijafarabadi M. Effects of High Performance Inulin Supplementation on Glycemic Status and Lipid Profile in Women with Type 2 Diabetes: A Randomized, Placebo-Controlled Clinical Trial. *Health Promotion Perspectives*. 2013; 3(1): 55-63.
 36. Dhini R, Fatma Z, Retno P. Indeks glikemik dan beban glikemik sponge cake sukun sebagai jajanan berbasis karbohidrat pada subjek bukan penyandang diabetes mellitus [Skripsi]. Yogyakarta: Fakultas Kedokteran UGM; 2011.
-